

簡明工作因素法

BRIEF WORK FACTOR (6H)

1. 標準單元

工作因素法所討論的基本動作共有九種,稱標準單元.簡明工作因素法(BWF)再把標準單元的時間、數據簡化成六種時間表:拿取、組立、放置和搬運、身體動作、心智操作特殊動作等.

- 1) 伸手 REACH----身體某一部分改變位置動作.
- 2) 握取 GRASP----用以抓住物體的手指運動.
- 3) 搬運 MOVE----移動物體動作.
- 4) 預對 PREPOSITION---把物體的方向變更,以適于下一個標準單元.
- 5) 組立 ASSEMBLY----使兩物體相互結合動作,它包括兩種類型:
 - a:機械組立 mechanical assembly:一物體插入另一物體的孔或槽內的結合,例如鑰匙插入鎖內.
 - B:面組立 surface assembly:兩物體表面沒有機械支持而達到有相互位置的結合,例如貼郵標礁封上.
- 6) 分解 disassembly---把兩個結合在一起的東西分開動作.
- 7) 放開 release----使手離開物體動作.
- 8) 作用時間 process time ---不被動作者所控制時間,例如鎖通過一個孔的時間決定于材厚度、性質、孔的直徑、鎖頭的轉速等.
- 9) 心智操作 mental process---牽涉到眼腦活動,例如看操作說明、數東西等.

2. 時間單位

簡明工作因素的時間是以 BU(BRIEF UNIT)作單位,1BU=0.001 分鐘=0.06 秒,這個時間指:

- 1) 有經驗普通操作員
- 2) 他具有良好的技術與適當努力
- 3) 在標準環境下
- 4) 依標準的工作方法
- 5) 產品達規定品質所需的工作時間,當于花 21.6 秒的時間把五十二張扑克分成四等份.

如果把五十二張扑克分成四份,則 IBU=0.075 秒.這個時間包括私人需要、疲勞和延遲等寬放時間.

3. PICK UP

拿 取至少包括了四個單元:伸出手、握取東西、松手放開東西,有時間還要預對單元.影響拿 取動作時間長短因素有五:

- 1) 拿取的距離
- 2) 復雜握取
- 3) 細小的東西
- 4) 預對

5) 東西的重量

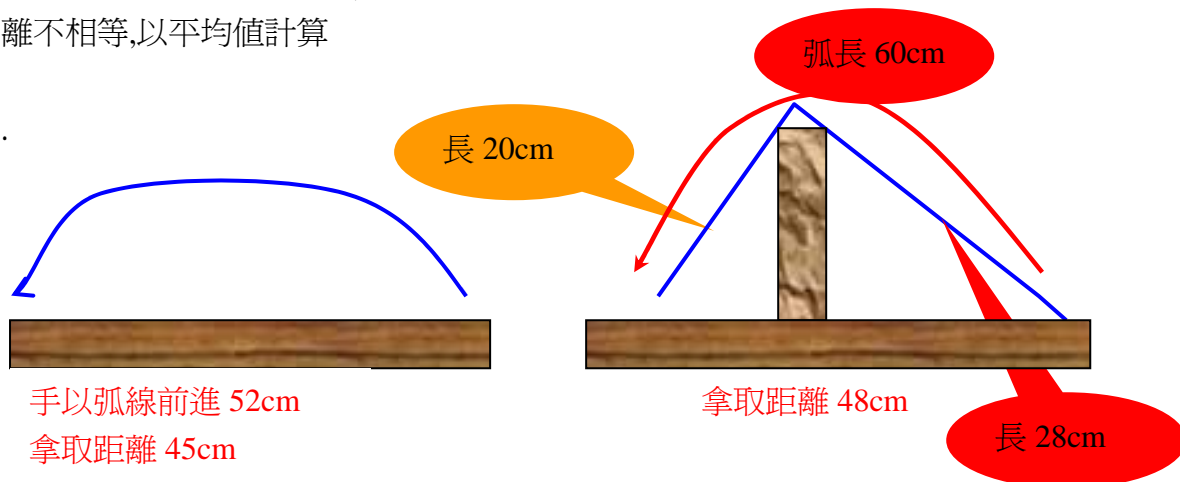
拿取的距離:

A 級: $\leq 10\text{cm}$, 代表字 PA

B 級: $10 < \leq 50\text{cm}$, 代表字 PB

C 級: $> 50\text{cm}$, 代表字 PC

正常情況下,手在拿取東西過程都弧形運動為主,距離的算法則從開始到結束量直線距離,如中間有障礙物使手長高,則分別從最高點量到始點和終點.若手伸出距離和握住東西距離不相等,以平均值計算



因身體各部分運動情形不同,拿取距離始點和終點規定如下:

- 1) 手指或手掌動作,以指尖為基準點
- 2) 手臂動作以中指根基準點
- 3) 腳的動作以腳趾為基準點
- 4) 大腿、小腿的動作以踝、膝為基準點
- 5) 軀干動作(不在拿取時間內)以肩為基準點

4. 複雜的握取

當手從一堆小螺絲中拿取一個來,或是從三根并排的粉筆中拿取其中一根,這時手指必需先把其他東西拔開才能讓食指和拇指握住真正要拿的小螺絲或粉筆.凡是在握取的過程中手指不止運動一次的都稱為複雜握取.但是只轉動手腕的握取 不算複雜握取,例如拿起電話筒、螺絲起子等.

5. 細小的東西

凡物體握取的最大尺寸 $\leq 6\text{mm}$ 時,需給于額外時間價,
右圖零件最大尺寸為 12mm ,就不必考慮它是細小的東西.

6. 預拿(拿到手上須轉方向)

在握取到物體時,它的方向不適于以后的動作,這時需要馬上變更它的方向,稱為預對.例如從一盒螺絲中拿一個出來,有 50%的機會要翻轉一個方向;從一包煙中拿出一根放在嘴上一定要預對.

7. 重量

拿取的物品重量不超過 3kg 不必另加時間,大于 3kg 而小于或等于 5kg , 要給于 5BUF 額外時間.若重量超過 5kg ,給于 10BU 時間.例如用一手拿 4kg 重物需增加 5BU,但同樣的東西用兩手拿,每只手只負 2kg 重量,則不必給于額外時間.

8. 范例:

自盒中拿一個直徑 4mm 的螺帽出來,平均移動距離為 20cm.

分析式:

P	B	+	+	拿螺帽	25BU
拿取代字					
距離代字					
複雜代字					
細小的東西					
簡單說明動作內容					
總時間值					

原來 PB=15BU,每個+5BU,一共是兩個+,總計拿此螺帽的時間為 25BU.

距離	<=10cm	A	10
	>10<=50	B	15
	>50 cm	C	20
每個次要因素			5
複雜握取			+
小東西<=6mm			+
預對			+
重量	>3<=5kg		+
	>5kg		++

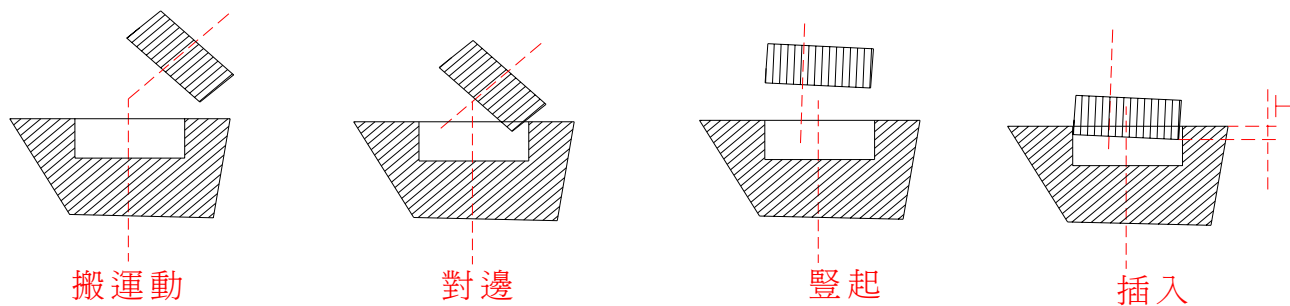
9.組立(assembly)

組立是將兩個物體相結合的動作,它有兩種基本型式:

- 機械組立: 物體插入另一個物體的孔或槽內.
- 面組立: 兩物體表面沒有機械的支承而達到有一定位置關係的動作.

例如: 貼郵票在信封上規定的地方。

9.1 機械組立



9.1.1 拿取一杆到洞附近,接著開始機械組立的三個步驟:

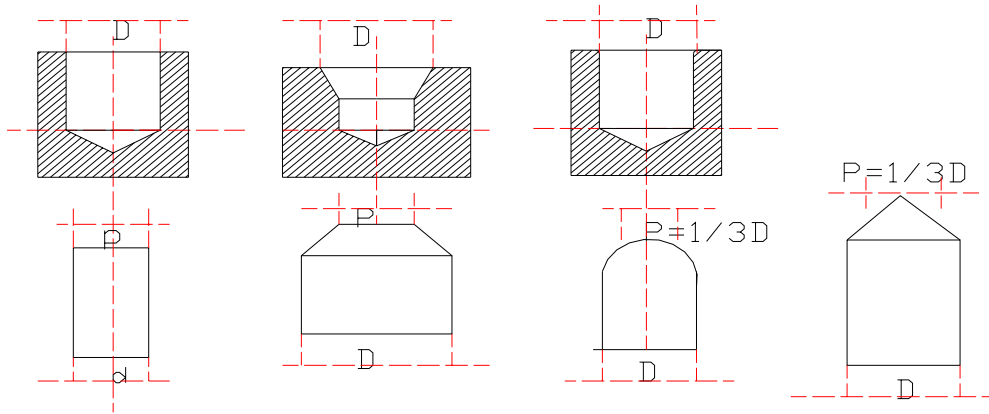
- 先平移一小距離,使 杆的一角滑進洞的邊緣,是為對進。
- 把杆旋轉一個角度使 杆的中心線和洞 的中心線平等或重合,是為豎起。
- 把杆移進洞 內不超 過 10cm,是為插入(圖中 H=10cm 以上另外分析)
- 鬆開手離開杆,此動作已包含在拿取時間內。

9.1.2 機械組立的裕度(松緊度)

- 孔以開口部分直徑量取,圖形取直徑,多角形取最窄邊距離,如開口部有導角

時，自導角部分開始量取。

- b. 杆的頂部平坦，且 $\geq 1/3D$ 時，以平坦部分作為杆的尺寸。圓頭或尖頭以實際杆尺寸的三分之一計算。
- c. 裕度即孔的尺寸 D 減去杆的尺寸 P 。尖圓頭 $P=1/3d$



9.2 面組立

貼標籤于產品上

水平誤差 $\pm 5=10\text{cm}$

垂直誤差 $\pm 4=8\text{cm}$

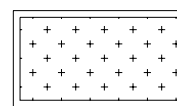
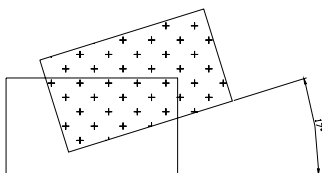
組立時，裕度取最小值(平均值)

9.3 裕度

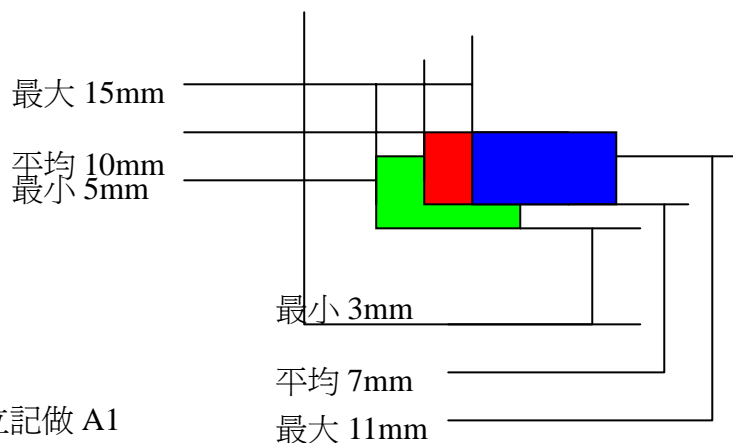
- a. 裕度 $>12\text{mm}$ ，但 $\leq 50\text{mm}$ 的組立記做 A1
- b. 裕度 $>15\text{mm}$ ，但 $\leq 12\text{mm}$ 的組立記做 A2
- c. 裕度 $\leq 15\text{mm}$ 的組立記做 A3
- d. 裕度 $>50\text{mm}$ 不做為組立分析，其動作包含在拿取內。
- e. 裕度 A1 的組立時間雖然是零，但仍要分析因為下面所要討論的次要因素會使組立時間增加。

9.2.1 影響組立的時間 的次要因素

- a. 定位 index: 當方形的杆要手進方形的孔內，需要稍微轉一個角度才能插得進去，這個額外動作稱為定位，拿尺對准紙上的兩個點 以便划一條線，這是面組立的定位。



- b. 安座(Seat): 把有固定杆的小電燈泡插進燈座里，先是機械 組立，定位，再插到底，然后再扭轉，鎖定。這個額 外的扭轉和鎖定稱為安座，定座不同于定位，通常 需施加少許力量。



c. 盲目組立: 在組立的過程 無法用眼睛看到, 必須給于補償時間。例如: 放唱片于唱盤上就是盲目組立, 因為有部分時間看不到定位稍。

d. 重量: 不論是物體本身重量或在組合過程中的產生的陰力、摩擦力, 都 按其重量 給于不同的額 外時間。

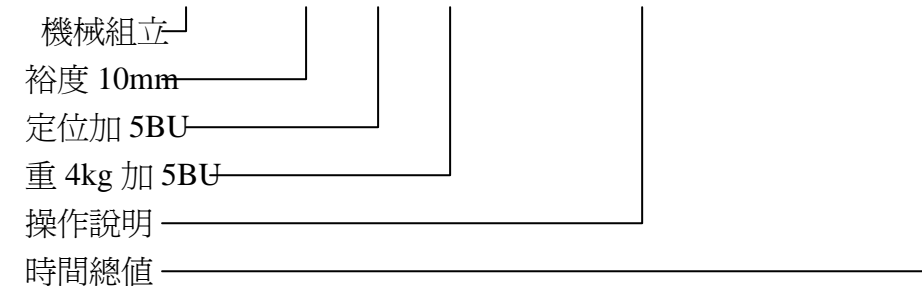
>3kg,<=5kg,給于 5BU

>5kg 的重量給于 10BU

e. 范例:

用右手把重 4kg, 330*410 的鋁板裝進 340*420 的輸送帶吊籃內。

分析式: A 2 + + 裝鋁板進吊籃 15BU



裕度	<=50>12mm 1	0
	=<12>1.5 2	5
	=<1.5mm 3	10
每個次要因素		5
定位		+
安座		+
盲目組立		+
重量	>3<=5kg	+
	>5kg	++

10 放置(aside)

寫完字把鉛筆放加桌上的干什么稱為放置。它包含 兩 個要素: 手握著鉛筆、搬運、一段距離松手讓鉛筆放在桌上, 影響 放置時間的因素有三: 距離、手的控制和重量或阻力。

10.1 距離

誘因 的距離和拿 取的距離總義相同, 等級也一樣。

a. 來回距離<=10cm 的放置記作 LA

b. >10 而=<50cm 的放置記作 LB

c. 來回距離>50cm 的放置記作 LC

10.2 .1 手的控制

第一級: 沒有裕度, 例如用丟的, 或是其他物體 自動限制住。

第二級: 裕度>50mm, 這用放就可以達到。

第三級： 裕度>12 但= \leq 50mm。如果裕度<12mm 應考慮為面組立。若下一動作 為組立則放置都 是第三級控制。

10.2.2 當雙手端一碗湯放在桌上，或是把一塊塊積木疊起來，都需要小心謹慎的動作，這是第四級的控制程度。

10.2.3 當手要越過障礙物而必須在中途改變方向同，或者作大于半圓的運動，都 需要弧度這個因素，這也是第四級控制。

10.2.4 在 BWF 里爲了要把時間 值 簡化成 5 的整數倍，以求容易記，所以第一級和第二級控制的時間沒有差別，級也和第四級相同。相同的一序列動作用 DWF 算出的時間值為準，改用 DWF 會有+/-10%的誤差。

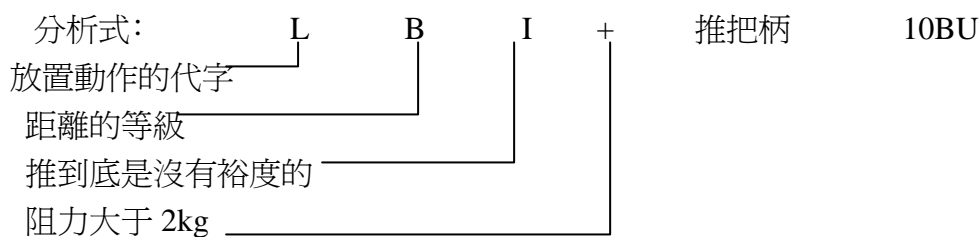
放置 L 搬運 M	距離	A	B		C	
		=<10	>10=<50		>50cm	
	重量		=<2kg	>2kg	=<2kg	>2kg
無裕度、丟	1	5	5	10	10	15
裕度>50mm	2	5	5	10	10	15
裕度 =<50>12mm	3	5	10	15	10	15
謹慎、弧度	4	5	10	15	10	15

10.3 重量和阻力

按電鈕或是放置重物都 要考慮重量或是因素。但是在不大于 10cm 的距離內可以略去不計，只有 LB 和 LC 的放置按重量大于 2kg 加 5BU，爲分析式時用一個加號表示。

范例：

用 2.5kg 的力推一個指導柄到底以便 關掉機器，移動的距離爲 30cm.

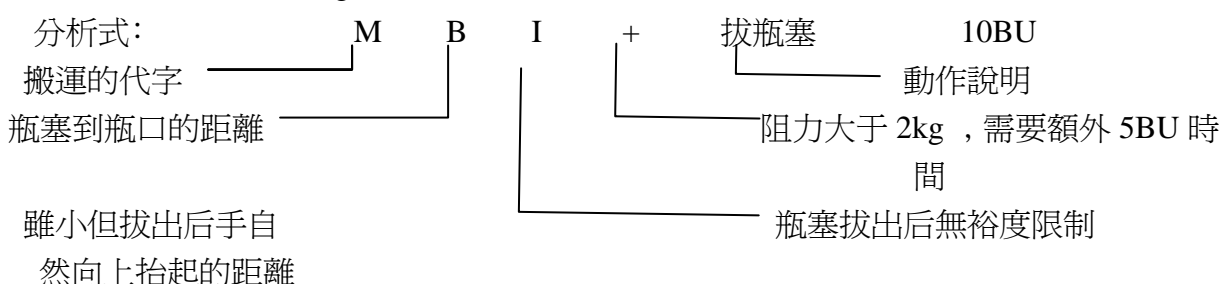


10.4 搬運

改變物體的位置或移動中做有用的工作，這種動作 要素稱為搬運。例 如鎖緊螺絲后，手握著鉗子移到另一個螺 絲的位置，抓住曲柄 使 飛輪轉動的圓 運動也是搬運的一面。分析搬運所考慮的因素與放置相同，使 用同一的時間值。

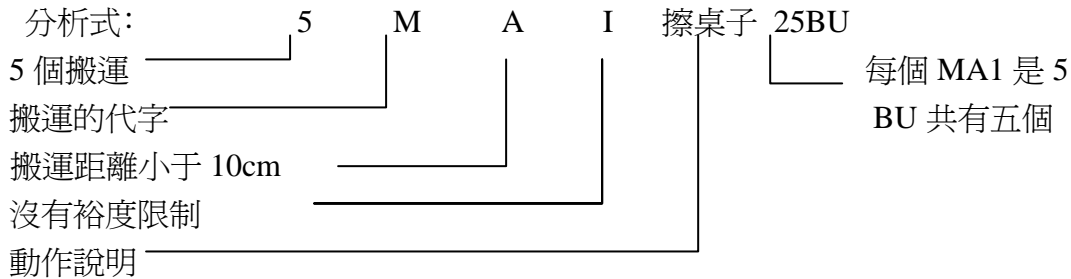
范例：

把瓶塞拔起，阻力 3kg,移動距離爲 20cm。



也要算在內

10.5 如果搬運的距離= $\leq 10\text{cm}$ ，而且很快的重複多次，則來與回算做一個搬運動作。距離若 $>10\text{cm}$ ，來與回要算成兩個搬運動作。例如：用布擦拭桌上的污漬，移動的範圍 8cm ，來回共十次。



10.5.1 轉動一個半徑 12cm 的曲軸 15 次，阻力 3kg ，最后一圈必須讓把手停在裕度不大於 50mm 的範圍內。

轉動一周的長度是： $2\pi r = 2 * 3.14 * 12 = 45.4\text{cm} > 50\text{cm}$ 是 MC 搬運

分析式： $14\text{MC}1+ = 14 \times 15\text{BU} = 210\text{BU}$

聞后一圈是 $\frac{\text{MC}3 + 15\text{BU}}{\text{合計 } 225\text{BU}}$

11. 身體動作(body movements)

11.1 起立或坐下

不移動桌椅的起立或坐下需時 10BU ，記作 $\text{S}10$

11.2 彎腰或挺直

每次彎腰，屈身費時 10BU 共且需跟著挺直又要 10BU 這些動作都記作 $\text{B}10$

11.3 轉身

扭腰把身體轉一個角度， $\leq 90^\circ$ 度需 10BU 記作 $\text{T}10$ ，若 $>90^\circ$ 度需 20BU 記作 $\text{T}20$

11.4 走路

步幅以 75cm 計算，每步需 10BU ，記作 $\text{W}10$ ，步行 25 公尺折合 $33 \frac{1}{3}$ 步，四舍五入后以 33 步作計算。

11.5 上下樓梯

不論上與下每一階都為 10BU ，記作 $\text{W}10$ 。

范例：

從椅子上站起來，走 25m 到儲物架，彎下腰從架子上拿起一個 4kg 的工具，再下走 20m 到樓梯處，爬上 20 階再走 15m 到工作台上，此時手動的距離是 35cm ，最后坐在椅子上，請計算一下共用了多少時間？

分析式：

$\text{S}10$	起立	10BU
$33\text{W}10$	走 25m 到架子	330BU
$\text{B}10$	彎腰	10BU
$\text{PB}+$	拿工具	20BU
$\text{B}10$	挺腰	10BU
$27\text{W}10$	走 20m 到樓梯	270BU
$20\text{W}10$	上樓	200BU
$20\text{W}10$	走 15m 到工作台	200BU

LB 2 +	放下工具	10BU
S10	坐下	10BU
合計		1070BU

$$1070\text{BU}=1070 \times 0.75 \text{ 秒}=80.3 \text{ 秒}$$

12 心智操作 Mental Process

主要是指如下操作：

- 收集信息，主要用眼睛
- 傳導信息到腦
- 做出決定
- 反應出來。

起立坐下	S	10
屈身挺直	B	10
轉身=<90度	T	10
轉身>90	T	20
走路 75cm	W	10
上下樓梯 每階	W	10

檢查	I	5
讀看	R	5
寫	WR	10

12.1 檢查 inspection

檢查是在一個或一群物體 上找到一個或多個性質的過程。檢查過程 對每一個性質需時 5BU，記作 I5。

- 檢查一片金屬表面有無刮傷：一個性質-----刮 傷或無缺陷
分析式： I5 金屬片(刮傷) 5BU
- 檢查線路檯上的一個焊點：一個性質-----好或不良
分析式： I5 焊點(好壞) 5BU
- 數一堆螺絲并從顏色區分為銅制或銅螺絲兩個性質-----數量與顏色
分析式： 2I5 螺絲(數和顏色) 10BU
- 檢查骰子六面有無雜物，每面須 5BU 確定好壞，因為骰子最翻轉另一面所需時間很短，已包含 在檢查內，其分析式為 6I5 骰子 30BU.
- 檢查螺帽或墊圈時，兩 面都 要檢查，而且翻 轉另一面的動作 是 MA1 不能省略。]
分析式： I5 檢查墊圈的一面 5BU
MA1 翻轉 5BU
I5 檢查另一面 5BU

合計 15BU

12.2 看讀 READING

看讀數目或字，并記在腦里備下一步使用，每看讀不成字的數目字，字母或符號兩個以內，需時 5BU，文章內的每個字，不論長短也需時 5BU，記作 R5

- a. 看一段指令：cut bar int 20 mm length 共需時 30BU .

分析式：6R5 看指令 30BU

└───────────┘ 這段指令共分成六群字

- b. 看日期 78-08-02 時，每兩個數字一群，共分三群。

分析式：3R5 看日期 15BU

- c. 看讀 R 60034 HPST 這個記號時，共分成六群.

R → 60 → 03 → 4 → HR → ST

分析式：6R5 看記號 30BU

12.3 書寫 Writing

每寫一個數字，字母或符號需時 10BU 記作 WR10，其中包括寫字本身所花的時間以及動筆和手到下一個字的位置所需時間，但是拿筆和放筆的動作不包括在內。例如伸手到 45cm 處拿一支鉛筆回到 35cm 外的紙片上，紙片大小 6*10mm，寫下剛才看到的指令 cut bar int 20 mm lengths 然后把鉛筆放回 35cm 外的桌子上，試分析如下：

6R5 讀指令 30BU

PB 拿取鉛筆 15BU

A2 鉛筆定位在紙上 5BU

21WR10 寫下指令 210BU

LB2 放回鉛筆 5BU

合計：265BU=19.9 秒

指令包括兩個數字，十九個字母。

12.4 看讀書寫的時間只適用於拉丁字母、阿拉伯數字，簡單的符號。

13 特殊的動作 Special Motions

13.1 吻合螺牙 Starting threads

把螺帽和螺絲組立好后，并不能馬上旋緊螺帽，而要先償試把螺牙對准，這時候螺帽可能要連續地來回轉好幾圈，這個動作稱為吻合螺牙需時 10BU，記作 ST10.

13.2 用手轉螺絲

在吻合好螺牙之后，用手輕地轉螺帽、螺絲，以便鎖緊，這個動作稱為用手轉螺需費很大的力量，請改用起子、活動扳手來旋緊。

13.3 用工具轉螺絲

使扳手、起子等工具旋緊螺絲時，每圈螺牙需里 10BU，記作 TT10。這個時間值包括扳手與螺絲分離，變換一個角度，再組立到螺絲上等小動作。

13.4 敲擊

用不超過 1kg 的槌子上下擺動敲擊一次時 10BU,記作 HB10.

吻合螺牙	ST	10
用手轉螺絲	TH	5
用工具轉螺絲	TT	10
敲擊	HB	10

范例

左手人盒 子里拿一個 M8*40 的螺絲，右手拿 起子把它鎖進個洞內。并轉 12 圈所有移動均假設為 25cm，試以左右 動作分析 表說明 如下，首先寫 下草稿：

序號	左手	右手
1	伸手到盒子里	伸手到起子處
2	抓一個螺絲	從桌面拿 起起子
3	預置螺絲	拿 起子回工作區
4	搬運到洞 口	等待左手
5	機械組立螺絲	等待左手
6	吻合螺絲	等待左手
7	握住 螺絲	機械 組立起子與螺絲頭
8	握住螺絲	旋轉十二圈
9	放開螺絲	分開起子與螺絲頭
10	等待右手	搬運起子回桌面
11	等待右手	放開起子

接著使 BWF 分析式顛項分析，左右手動作 如果有先后關系存在時，從累積時間可以看出有一支手在等待。動作研究的目的就在合理安排工作，使等待減少到最低程度。

左手					右手				
序號	操作說明	分析	時間	累計	累計	時間	分析	操作說明	序號
1	拿取螺絲	PB++	25	25	15	15	PB	拿取起子	1
2	組立螺絲	A3	10	35	45	30		等待左手	2
3	吻合螺牙	SR10	10	45					
4	握住螺絲		135	180	60	15	A3	組立起子	3
					180	10	12TT10	轉十二圈	4
5	等待右手		10	190	185	5	LA1	分解起子	5
					195	5	L;B2	放置起子	6

工作周期 J: 190BU

左手等待: 145BU — 76%

右手等待: 30BU — 16%

附表: 17 種動素名稱及其使用符號表

17 種動素名稱及其使用符號表

名稱	簡寫	定義
伸手(REACH)	RE	空手移動
移動(move)	M	手或身體某一部分將物體從某一處移到另一處
握取(grasp)	G	利用手或手掌充分控制物體
對准(position)	P	將物體置于特定位置
裝配(assemble)	A	將兩件以上的物體合在一起
拆卸(disassemble)	DA	使一物體脫離另一物體
應用(use)	U	利用機器或設備完成某項動作
放手(release)	RL	將所持物體放開
尋找(reach)	SH	眼睛或手摸索物體的位置
選擇(select)	ST	從兩個以上相類似的物體中先取一個
檢驗(inspect)	I	檢驗物體是否合乎標準
計劃(plan)	PN	作業進行中，為決定下一步驟所做的考慮
預對(preposition)	PP	在對准之前，先將物體擺置于預備對准的位置
持住(hold)	H	手指或手掌連續握取物體并保持靜止
遲延(unavoidable)	UD	作業中，無法控制而發生不可避免之遲延
故延(avoidable delay)	AD	作業中，因人工故意事件而使工作中斷
休息(rest)	RT	因疲勞而停止工作